Die
Nerven der organischen Muskeln.

INAUGURAL-DISSERTATION,

ZUR

ERLANGUNG DER DOCTORWÜRDE

IN DER

MEDICIN UND CHIRURGIE

VORGELEGT DER

MEDICINISCHEN FACULTÄT

DER

FRIEDRICH-WILHELMS-UNIVERSITÄT ZU BERLIN

UND

ÖFFENTLICH ZU VERTHEIDIGEN

am 13. Mai 1869

VON

Heinrich Lipmann

aus Unruhstadt.

OPPONENTEN:

Emil Schmeifser, Dr. med.
Max Marckwald, Dr. med.
Max Meyer, Dd. med.

BERLIN.

DRUCK VON GUSTAV SCHADE.

Marienstr. 10.

Seinem Bruder

MAX

mit Liebe und Dankbarkeit

der Verfasser.

Die ersten Untersuchungen über das mikroskopische Verhalten der Nerven der organischen Muskeln scheinen an der Iris gemacht zu sein. Hier beschrieb Valentin (Nova acta. XVIII. S. 110) schon im Jahre 1836, demnach lange, bevor das Gewebe der organischen Muskeln als solches erkannt war, gröbere und feine Netze blasser Fasern, welche immer zarter werden, je mehr sie sich dem Pupillarrande nähern.

Die lange Reihe der späteren Untersuchungen dieses Organs kommt im Wesentlichen nur wenig über jene ersten Angaben hinaus, enthalten vielmehr zum Theil die widersprechendsten Ansichten über die Art der Nervenendigung. Dagegen reichen die Resultate der jüngsten Arbeit über diesen Gegenstand von J. Arnold (»Ueber die Nerven und das Epithelium der Iris«. Virch. Arch. Bd. XXVII) schon nahe an den Standpunct unseres heutigen Wissens heran. Seine Terminalnetze sind außerordentlich fein, umspinnen und durchflechten die Muskelschichten in mannichfaltiger Weise, treten aber niemals mit den einzelnen Elementen derselben in Verbindung. Seine feinsten Fäden messen durchschnittlich 0,0006 — 0,0008 Lin. und tragen centrale Kernanschwellungen.

Die Untersuchungen an anderen Organen kamen, was die Frage nach der Endigung betrifft, bis in die neueste Zeit nicht weiter. Dagegen förderten sie nach und nach die Kenntnifs der, wenn ich so sagen darf, gröberen Nervenapparate zu Tage und brachten damit die ersten Anhaltspuncte für das Verständnifs der physiologischen Eigenthümlichkeiten des in Rede stehenden Gewebes. So Meifsner (Zeitschr. f. rat. Medic. Bd. VIII. N. F. 1857) für die Muscularis mucosae des Darms; Auerbach (Plexus mesenter. Breslau 1862 u. Virch. Arch. Bd. XXX) für die Muscularis desselben; Beale (Archiv of med. Vol. III. 1862) und Klebs (Centralblatt 1863 u. Virch. Arch. Bd. XXXII. 1865) für die Harnblase. Endlich eine gröfsere Anzahl von Arbeiten über die Nerven der weiblichen Geschlechtsorgane, welche weiter unten noch genannt werden sollen.

Frankenhäuser gebührt nun das Verdienst, in seiner Arbeit: die Nerven der Gebärmutter und ihre Endigung in den glatten Muskelfasern. Jena 1867, zuerst den directen Zusammenhang der einzelnen Muskelelemente mit unzweifelhaften Nerven dargethan zu haben.

Seine Angaben erweitert und vervollständigt endlich J. Arnold in den jüngsten über diesen Gegenstand existirenden Untersuchungen: das Gewebe der organ. Muskeln. Leipzig 1869, welche zugleich das IV. Capitel von Stricker's Handbuch der Histologie des Menschen bilden.

Die beiden letztgenannten lehnen sich in wesentlichen Puncten an die oben erwähnte Klebs'sche Arbeit an und möchte ich daher, von dieser ausgehend, die neueren in jenen enthaltenen Daten an dieselbe kurz anreihen.

Nach Klebs zerfallen die nervösen Apparate der Harnblase des Frosches in 3 Abtheilungen:

1. Den Grundplexus, welcher die gröbere Vertheilung des nervösen Materials über das ganze Innervationsgebiet übernimmt. Ihm gehören auch die Ganglienzellen an.
2. Das intermediäre Netz; dasselbe vermittelt die Beziehungen zwischen den Stämmen des Grundplexus und dem Endnetz der Muskelfasern. Es liegt im Niveau des oberflächlichen Capillarnetzes.
3. Das intermusculäre Netz, welches aus dem vorigen hervorgeht.

In histologischer Beziehung lassen sich 4 Arten von Nervenfasern unterscheiden:

a) Dunkelrandige; dieselben bilden den überwiegenden Theil des Grundplexus.

b) Fibrilläre Fasern; sie kommen bereits im Grundplexus vor, gehen fernerhin aus den dunkelrandigen hervor und finden sich auch im intermediären Netz und in den stärkeren Muskelbündeln.

c) Die grauen, bandartigen Fasern des intermediären Netzes. Sie sind platt, homogen und blafs, 0,002 — 0,003 Mm. breit und besitzen nahezu spindelförmige Kerne. Sie zweigen sich ebenfalls in geringer Anzahl aus dem Grundplexus, häufiger von den vorerwähnten Fibrillenbündeln ab, oder gehen aus den letzteren hervor.

d) Die intramusculären Nervenfasern. Dieselben gehen aus den vorigen hervor. Sie sind kaum 0,0003 Mm. breit und oft mit feinen Varicositäten besetzt. Sie

theilen sich, meist unter Bildung einer kleinen dreieckigen Anschwellung, gabelig und bilden ein Netz von langen und schmalen Maschen zwischen den einzelnen Muskelfasern. Einzelne kurze Zweige scheinen frei zu enden.

Frankenhäuser (a. a. O.) machte seine Untersuchungen an den Muskeln des Ligam. lat. des Kaninchens. Seine Angaben divergiren mit den von Klebs gemachten hauptsächlich in Bezug auf die zuletztgenannten intramusculären Fasern.

Nach ihm zweigen sich Fäden von der angegebenen Dicke allerdings von den vorerwähnten Fasern dritter Klasse ab, oder gehen durch dichotomische Theilung aus ihnen hervor. Sie sind indeſs nicht varicös, theilen sich meist erst am Rande eines Muskelbündels angekommen, aber von jetzt ab wiederholt, dichotomisch und bilden keine Netze. An jeder Theilungsstelle liegt ein kleines Knötchen. Die feinen aus diesen hervorgehenden Fasern messen ungefähr 0,00015 Mm., begeben sich in die Muskelzellen und treten in den Kern derselben ein. Dieser enthält constant 1—2 rundliche oder leicht ovale, stark lichtbrechende Körperchen, deren Gröſse zu der des Kerns im Allgemeinen in geradem Verhältniſs steht. Diese Körperchen zeigen groſse Aehnlichkeit mit den an den feinsten Nervenfasern vorkommenden Knötchen, sind aber in der Regel etwas gröſser als diese. Frankenhäuser deutet dieselben als Kernkörperchen im gewöhnlichen Sinne. Je nachdem der Kern deren eins oder zwei enthält, dringen ein oder zwei jener feinsten Fädchen in denselben ein und endigen in den beschriebenen Kernkörperchen.

Arnold sieht bis vier derartiger stark glänzender, runder »Körner« im Kern und constatirt deren Uebereinstimmung mit den in den feinsten Nerven enthaltenen Gebilden. Nach ihm bilden ferner die von Frankenhäuser zuerst genauer beschriebenen feinen Fasern, die sowohl in ihrem Verlauf, als in den Theilungsstellen jene Körner führen, ein sehr engmaschiges Netz, welches in den Kittleisten zwischen den einzelnen Muskelfasern liegt, demnach mit dem schon von Klebs beschriebenen intramusculären Netz im Wesentlichen übereinstimmt. Aus diesem Netz gehen sehr feine, starre 0,00015—0,0002 Mm. dicke Fäden ab, dringen in den Kern ein, treten immer an die Körner desselben heran, verlassen aber sehr häufig in entgegengesetzter Richtung die Substanz des Kerns und die Muskelfaser wieder und laufen in das intramusculäre Netz aus. Die Körner erscheinen demnach als im Kern gelegene Knotenpuncte des feinsten Netzes.

Endlich macht Hertz (Zur Structur der glatten Muskelfasern und ihrer Nervenendigungen in einem weichen Uterusmyom. Virch. Arch. Bd. 46, Heft 2) in neuester Zeit noch einige Angaben über diesen Gegenstand, welche von den zuletzt angeführten wiederum abweichen. Nach ihm sollen die Fädchen im Kern entweder frei oder in zahlreichen kleineren Körperchen enden, welche neben den eigentlichen Kernkörperchen constant hier vorkommen; oder endlich, durch dieselben hindurchtretend, an der meist entgegengesetzten Seite den Kern und die Muskelfaser wieder verlassen.

Nachstehende Untersuchungen wurden bereits im vorigen Sommer begonnen, nach längerer Unterbrechung jedoch erst kurz vor dem Erscheinen der Arnold'schen Arbeit wieder aufgenommen. Sie bezweckten ursprünglich, angeregt durch die jüngsten Arbeiten über diesen Gegenstand, nur die Ermittelung der Nervenendigung in den organischen Muskeln. Ich mufs nun von vornherein bemerken, dafs ich in dieser Beziehung nichts Neues von Belang bringe, dafs vielmehr die Resultate, zu denen ich gekommen bin, in allen wesentlichen Puncten mit den von Arnold gemachten Angaben übereinstimmen. Wenn ich diese Arbeit dennoch veröffentliche, so geschieht dies einmal, weil ich glaube, dafs die Bestätigung einer verhältnifsmäfsig noch so neuen histologischen Thatsache vielleicht nicht ganz ohne Werth ist. Sodann, weil ich im Laufe meiner Untersuchungen auf manche Abweichungen in der Anordnung des Nervenapparats der verschiedenen Organe aufmerksam wurde, welche, obwohl im Einzelnen in der Hauptsache bekannt, mir doch, zumal in Bezug auf die physiologischen Eigenthümlichkeiten der betreffenden Organe, bisher nicht gehörig gewürdigt zu sein scheinen. Dies möge die Veröffentlichung dieser Arbeit vor Allem bei den erfahreneren Histologen rechtfertigen, welche von derselben etwa Notiz nehmen möchten.

Untersuchungsmethode. Zur Herstellung der Präparate bediente ich mich fast ausschliefslich des Goldchlorids und zwar in Lösungen von $\frac{1}{2}$ — $\frac{1}{4}$ pCt.; dünnere Lösungen, bis $\frac{1}{10}$ pCt., geben zwar bei zarten Objecten auch bisweilen gute Resultate, sind jedoch für dickere Stücke,

z. B. vom Darm, nicht zu verwenden. Die Untersuchung und Aufbewahrung der Präparate erfolgt am besten in angesäuertem Glycerin. Will man die Verzweigung und den Verlauf der Nerven in möglichster Vollständigkeit und Klarheit übersehen, ohne Rücksicht auf deren letzte Beziehung zu den Muskelelementen, so kann man sich mit Vortheil des Kreosots bedienen. Dieses hellt bekanntlich schon nach kurzer Einwirkung alle nicht nervösen Theile, insbesondere also die Substanz und die Kerne der Muskelfasern bedeutend auf, während selbst die feinsten Nerven nicht angegriffen werden und nur um so klarer hervortreten. Die Detailbeobachtung an den Kernen selbst geht indessen meist verloren. — Vereinzelte Versuche, welche ich mit ganz dünnen Chromsäurelösungen machte, überzeugten mich von der Anwendbarkeit auch dieser Methode. Namentlich empfiehlt sich dieselbe für Isolationspräparate.

Am reichsten in allen seinen Theilen entwickelt und am übersichtlichsten in Bezug auf sein Verhältnifs zur Musculatur ist der Nervenapparat der organischen Muskeln unzweifelhaft an der Muscularis des Darms, wie er in seinen allgemeinen Umrissen zuerst von Auerbach beschrieben wurde. Als vortreffliches Untersuchungsobject kann ich hier den Dickdarm junger Meerschweinchen empfehlen. Die longitudinale Muskelschicht ist hier bekanntlich auf die drei schmalen Taeniae reducirt; die Circularis ist sehr dünn und bildet keine zusammenhängende Lage, sondern besteht aus einzelnen schmalen Muskelplatten, welche, in der Mitte am dicksten, nach beiden Seiten hin ganz dünn auslaufen. An diesen seitlichen Rändern kann

man zuweilen ohne Weiteres die feinsten Details beobachten. Für die Untersuchung des intramusculären Nervenverlaufs zerlegt man solche dünne Muskelzüge jedoch besser noch weiter mit der Nadel. Die Trennung der Muscularis von der Schleimhaut geschieht, am besten, nachdem das Goldpräparat einige Tage in Glycerin gelegen. Dann kann man mit Leichtigkeit, sowohl die Muscularis mit der Submucosa zusammen, oder beide für sich, die letztere mit ihrer Muscularis, auf grofse Strecken isoliren.

Der Grundplexus liegt bekanntlich an der Aufsenseite der Circularis, demnach an dem oben beschriebenen Präparat im gröfsten Theil des Darmumfangs dicht unter der Serosa. Seine Verbindung mit den von den sympathischen Bauchgeflechten durch das Mesenterium zum Darm ziehenden Nerven wird durch ein zweites Geflecht vermittelt, welches zu beiden Seiten der Anheftungsstelle des Mesenteriums dicht unter der Serosa liegt. Dieses Geflecht besteht aus ziemlich starken Nervenstämmchen, welche neben zahlreichen blassen auch einzelne dunkelrandige Fasern enthalten und zu unregelmäfsig polygonalen Maschen zusammentreten. Aus diesen zweigen sich vielfach kleine Bündel oder einzelne Fasern ab, durchbohren die Longitudinalis und treten in den Hauptplexus ein.

Aus der überaus grofsen Mannichfaltigkeit der Formen, welche die Anordnung des letzteren darbietet, hebe ich folgende, mir wesentlich scheinende Puncte hervor:

Der Grundplexus stellt ein unregelmäfsiges Netzwerk von Nervenstämmchen sehr verschiedener Dicke dar, in dessen Knotenpuncten, mit relativ seltenen Ausnahmen, Ganglien liegen. Derselbe ist von einer bindegewebigen, mehr homogenen, reichlich mit Kernen besetzten Scheide

eng umschlossen und aufserdem von einer weiten, aus fibrillärem Bindegewebe mit zahlreichen spindelförmigen Körperchen bestehenden Hülle umgeben.

Die Stämmchen bestehen aus weit überwiegend blassen, meist sehr feinen Fasern; nur die stärkeren unter ihnen tragen Kerne. Markhaltige Fasern sind nur in sehr geringer Anzahl vorhanden.

Die Ganglien haben sehr mannichfaltige Gestalt und Gröfse. Sie erscheinen oft durchbrochen und gefenstert, bilden bald mehr compacte, rundliche oder polygonale Massen, bald lange und schmale Bänder. In letzterer Form verbinden sie zuweilen zwei, selbst drei gangliöse Knotenpuncte des Netzes an Stelle des hier sonst eingeschalteten Nervenstämmchens.

Die Ganglien bestehen bald durchweg aus dicht aneinander liegenden, ziemlich gleich grofsen Zellen von der bekannten Form der im Sympathicus vorkommenden Ganglienzellen; bald enthalten sie aufser diesen noch eine Anzahl kleinerer, rundlicher, zelliger Elemente, denen namentlich der eigenthümliche grofse Kern fehlt und an denen ich keine Ausläufer wahrnehmen konnte. Dagegen constatirt man deren an den ersteren leicht ein bis zwei, in selteneren Fällen drei.

Die Lage des Grundplexus zur Musculatur ist keine durchaus gesetzmäfsige, überall in gleicher Weise wiederkehrende. Zuweilen sind die Maschen auf einer gröfseren Strecke fast quadratisch und dann ziehen die Stämme mehr oder weniger genau in der Längsaxe, bezhw. in der Querrichtung; die letzteren demnach parallel der Circularis. Dann bilden sie mit den Ganglien regelmäfsige Zonen um das Darmrohr. In anderen Fällen alterniren die Ganglien

benachbarter Zonen und bilden demnach sowohl die Längs- als Querstämme mehr oder weniger spitze Winkel mit der Richtung der Muscularis. Die Verbindung der Längs- und Querstämme erfolgt aber häufig nicht allein durch Vermittelung der gangliösen Knotenpuncte, sondern auch durch Nervenzweige, welche von einem Querstamm abtretend quer durch den freien Maschenraum zum nächsten Längsstamm treten.

Die secundären Abzweigungen von diesem Grundplexus bieten sehr mannigfaltige Verhältnisse dar, welche für das Verständnifs der physiologischen Eigenthümlichkeiten der Darmmuscularis von Wichtigkeit sind. Hieraus hebe ich für jetzt nur folgende wichtigere Puncte hervor:

Feine Stämmchen und einzelne Fasern treten sowohl aus den Ganglien selbst als aus den Stämmen, um sich entweder direct oder, nachdem mehrere dieser Zweige Verbindungen und darauf folgende Theilungen eingegangen, auf die Muskelplatten überzugehen. An den Ganglien bemerkt man oft, dafs die zu einem solchen Zweige zusammentretenden Fasern dieselben, wenigstens zum Theil, nur durchsetzt haben und demnach aus einer der vorhergehenden Zonen stammen müssen. Ebenso treten die Abzweigungen nicht immer auf die dicht darunter, oder zunächst liegende, sondern ziehen zuweilen zur zweiten, dritten, vierten Muskelplatte und darüber hinaus, so dafs die Fasern aus einer Zone, nach beiden Längsrichtungen des Darms hin, die Muskeln über mehrere Zonen hinaus wenigstens mitversorgen. Ob dies nach einer der erwähnten Richtungen in überwiegendem Mafse geschieht, vermag ich vor der Hand, mit Sicherheit wenigstens, nicht anzugeben.

Alle diese Abzweigungen verlaufen, sobald sie auf die Muskelbündel übergetreten sind, hier durchaus geradlinig und parallel der Längsrichtung derselben. Die Stämmchen, auf welche die kernbesetzte Scheide des Grundplexus übergegangen, zerfallen durch fortgesetzte dichotomische Theilung in einzelne, durchweg spindelförmige, Kerne führende Fasern. Diese treten sowohl unter sich, als mit den Fasern anderer Stämmchen wieder zusammen und so entsteht rings um das Muskelbündel ein dichtes Netzwerk aus sehr langen und spitzwinkeligen Maschen. In den Knotenpuncten desselben liegen, jedoch nicht constant, die bekannten kernartigen Bildungen. Diese perimusculären (intermediären) Netze benachbarter Muskelbündel stehen durch feine Stämmchen und einzelne Fasern in enger Verbindung mit einander.

Bevor ich zur Betrachtung des intramusculären Faserverlaufs übergehe, welcher in allen organischen Muskeln im Wesentlichen übereinstimmt, sei es gestattet, einen Blick auf die nervösen Apparate der andern, gröfsern hierher gehörigen Organe zu werfen. Und zwar möchte ich hier weniger die feinere Beschaffenheit der jene constituirenden Elemente, als die allgemeine Anordnung der primären Geflechte, namentlich mit Bezug auf deren Verhalten zur Musculatur berücksichtigen.

In der Harnblase des Frosches ist der Grundplexus auf einen relativ kleinen Bezirk beschränkt und zwar nimmt er hier einen Theil der hintern, dem Rectum anliegenden Wand, zu beiden Seiten der Mittellinie ein. Hier treten, im Grunde des Beckens, constant 2 starke, überwiegend aus breiten, markhaltigen Fasern bestehende Stämmchen ein, welche fast sofort in eine Anzahl klei-

nerer Zweige zerfallen. Diese bilden durch fortgesetzte Theilung und Verbindung, sowohl untereinander, als mit den Zweigen der andern Seite, einen weitmaschigen Plexus. Mit der Entfernung von den primären Stämmen nimmt die Zahl der marklosen Fasern continuirlich zu; diese bilden endlich die alleinigen Bestandtheile der nach allen Richtungen vom Grundplexus ausstrahlenden Nervenzweige. Diese marklosen Fasern entstehen einmal in bekannter Weise aus den markhaltigen und zwar indem die letzteren, unter Verlust der Markscheide, in breite, platte, fibrillär aussehende Bänder übergehen, welche in ziemlich regelmäſsigen Abständen ovale oder mehr rundliche Kerne enthalten; sodann, und zwar in der Hauptsache, aus einer groſsen Anzahl von Ganglienzellen, welche, theils in Gruppen angeordnet, theils mehr discret und in langen Reihen neben einander, sämmtlichen Zweigen des oben beschriebenen Plexus folgen und in seinen Maschen zerstreut sind. Diese Ganglienzellen haben entweder nur einen Ausläufer, welcher sich dann constant dem benachbarten Stämmchen in peripherischer Richtung anschlieſst; oder sie besitzen deren zwei, in seltneren Fällen drei, und dann kann man die mannigfaltigste Verbindung sowohl zwischen den Zellen der demselben Stämmchen anliegenden, als der benachbarten und sogar eine ziemlich groſse Strecke entfernt liegenden Gruppen beobachten. Auch an rein marklosen Stämmchen und selbst an einzelnen blassen Fasern finden sich kleine Ganglien oder einzelne Zellen. In solchen Fällen ist nicht selten mit vollster Klarheit die directe Verbindung zweier Zellen durch eine oft sehr lange, durchaus kernlose Faser zu beobachten, welche von einer weiten, homogenen Scheide umgeben ist.

Die ganze, in dem beschriebenen Grundplexus enthaltene Fasermasse geht, theils durch directe Abzweigung aus den gemischten, überwiegend aber durch Theilung und Abzweigung der marklosen Stämme in die Bahnen des intermediären Netzes über, wie solches von Klebs (a. a. O.) genau beschrieben ist. Dieses Netz ist durchaus gleichmäfsig über die ganze Wand des Organs vertheilt. Markhaltige Fasern habe ich aufserhalb des Grundplexus nirgends angetroffen, namentlich nicht in den seitlichen Ausbuchtungen der Blase, welche die stärkste Musculatur enthalten. Auch Ganglienzellen kommen hier nur ganz vereinzelt vor.

Demnach sehen wir in der Harnblase nirgends directe Beziehungen einzelner Theile des Grundplexus zu gesonderten Abschnitten der Musculatur. Die Innervirung der letzteren erfolgt vielmehr in der Totalität vom Grundplexus aus, durch Vermittelung des intermediären Netzes, welches die Fasern des ersteren, in mannigfaltigster und ausgiebigster Weise verflochten, enthält. Nur zwischen den stärksten Muskelbündeln, zwischen denen gewöhnlich gröfsere Gefäfse verlaufen, findet man meist auch blasse, immer stark wellig verlaufende, aus dem Grundplexus herrührende Stämmchen, welche ihre Verzweigungen direct zu den erwähnten Muskeln senden.

Auch die Gefäfse, sicher wenigstens die gröfseren, werden vom Grundplexus aus direct mit Nerven versehen.

Ueber die Nerven der weiblichen Geschlechtsorgane, und hier zuvörderst des Kaninchens, existirt bereits eine ziemlich umfangreiche Litteratur. Kilian beschrieb dieselben zuerst genauer (Zeitschrift für ration. Medicin. Bd. X. 1851), namentlich auch mit Bezug auf

ihr feineres histologisches Verhalten. Merkwürdiger Weise sind ihm die zahlreichen Ganglien des Ligam. lat. entgangen, welche erst viel später von Körner (de nervis uteri. Dissertat. Vratislav. 1863) und Frankenhäuser (die Bewegungsnerven der Gebärmutter. Jenaische Zeitschrift. Bd. I) ziemlich gleichzeitig beschrieben wurden. Letzterer giebt ferner im zweiten Band derselben Zeitschrift eine sehr ausführliche Darstellung des gesammten Nervenapparats obiger Organe, wobei jedoch mehr die mikroskopischen Verhältnisse berücksichtigt sind, als die feineren Beziehungen der Nervenverzweigungen zur Musculatur. Endlich sind noch zu nennen: die Arbeiten von Kehrer (Beiträge zur vergleichenden und experimentellen Geburtskunde. Giefsen 1864), Polle (Die Nervenverbreitung in den weiblichen Genitalien bei Menschen und bei Säugethieren. Göttingen 1865) und Koch (Ueber das Vorkommen von Ganglienzellen an den Nerven des Uterus. Gekrönte Preisschrift. Göttingen 1865).

Ich kann hier auf den materiellen Inhalt aller dieser Arbeiten und namentlich auf die zwischen ihnen schwebenden Controversen nicht näher eingehen; dieselben sind in der mehrerwähnten jüngsten Frankenhäuser'schen Arbeit kurz und übersichtlich zusammengestellt. Nur soviel sei bemerkt, dafs sich überall nur spärliche Notizen über den Nervenverlauf innerhalb der Muskulatur selbst finden.

Fassen wir die wichtigsten Thatsachen, welche eine Untersuchung der in Rede stehenden Organe beim Kaninchen ergiebt, kurz zusammen, so wäre darüber etwa Folgendes zu sagen.

Der Grundplexus liegt mit seinen wesentlichsten Theilen, den gangliösen Apparaten, ganz aufserhalb der Hörner

des Uterus. Etwa im mittlern Drittel der Vagina liegt zu beiden Seiten derselben je ein grofses Ganglion, in welches ein aus sympathischen und Sacralnerven gemischter Stamm eintritt. Dieser Stamm zerfällt nach seinem Wiederaustritt aus dem Ganglion in eine Anzahl von Zweigen, welche in der Richtung nach den Hörnern zu divergirend ausstrahlen. Am untern Theil des oberen Drittels der Vagina, da wo sie hinter der Harnblase frei zum Vorschein kommt, beginnt beiderseits nahe der Mittellinie im subserösen Bindegewebe eine Kette von gröfsern und kleinern Ganglien, welche nach aufsen etwa bis zur Mitte des Ligam. lat. sich erstreckt. An diese Ganglien treten die oben erwähnten Zweige des Hauptstammes gröfstentheils heran; sie sind ferner durch quere Stämmchen blasser Fasern mit einander verbunden. Endlich treten aus ihnen Stämmchen, welche constant noch markhaltige Fasern führen und zuweilen deutlich stärker sind als die eintretenden. Diese ziehen gerade aufwärts zu den Hörnern, um mit den in ziemlich regelmäfsigen Abständen verlaufenden Abzweigungen der Art. uterina in dieselben einzutreten. Auf diesem Wege treten die erwähnten Stämmchen durch reichlichen Austausch von Faserbündeln in vielfache Verbindung mit einander und bilden so einen weitmaschigen Plexus, in dessen Knotenpuncten und an dessen Zweigen sich hier und da kleinere Ganglien finden.

Die in die Hörner eintretenden Stämmchen durchbohren die äufsere Längsschicht der Muscularis und zerfallen zwischen ihr und der Circularis zunächst in eine Anzahl feinerer Aestchen, welche je nur wenige Fasern enthalten. Diese Aestchen treten sehr bald zu einem dichten Plexus mit meist polygonalen Maschen zusammen, welche zu beiden

Seiten der Hauptarterie aufserordentlich eng sind, sonst aber ziemlich gleichmäfsig um das ganze Muskelrohr angeordnet erscheinen. In den Knotenpuncten dieses Geflechts oder an seinen Stämmen sind Ganglien nicht vorhanden; ebensowenig habe ich solche an der Muscularis der Vagina gefunden. — Aus dem beschriebenen Plexus treten zahlreiche feine Zweige und einzelne, blasse, kernhaltige Fasern zu den Muskeln. Namentlich umspinnen sie die circulären Bündel als ein feines, überall deutlich zusammenhängendes Netzwerk mit langen und spitzwinkligen Maschen, ganz ähnlich, wie ich dies oben bei den circulären Muskelbündeln des Darms zu beschreiben versucht habe.

Hieran würde sich die Betrachtung der Nerven der Iris und der Gefäfse schliefsen. Die erstere habe ich einer Untersuchung nicht unterzogen; nach den von Arnold (a. a. O.) darüber gemachten Angaben finde ich eine auffallende Analogie zwischen der Nervenverbreitung an diesem Organ und der an den Gefäfsen, welche letztere ich im Anhang etwas eingehender besprechen will.

Kehren wir nach dieser längeren Excursion zu der Betrachtung des intramusculären Nervenverlaufs zurück, so ergiebt sich in dieser Beziehung an einem der oben beschriebenen Muskelbündel des Darms Folgendes.

Aus dem perimusculären (intermediären) Netze treten zahlreiche, feine Fasern in die obersten Lagen der Muskelelemente. Hier theilen sie sich fortgesetzt dichotomisch, verlieren ihre Kerne und werden ziemlich schnell zu gleich-

mäfsig aufserordentlich feinen, ungef. 0,0002—0,0003 Mm. dicken Fäden. Uebergangsformen zu diesen findet man leicht nur in den peripherischen Lagen der Muskelbündel, während sie an Präparaten aus dem Innern derselben seltener zur Beobachtung kommen. Diese Fäden enthalten in ihrem Verlauf in ziemlich regelmäfsigen Abständen von 0,005 — 0,006 Mm. rundliche oder ovale, stark lichtbrechende Knötchen, deren Durchmesser den der Faser etwa um das 3—4fache übertrifft. Das gleiche Verhältnifs finde ich auch beim Uterus gravidus vom Menschen, wo der Durchmesser der Fasern, wie der Knötchen, sowie auch die Entfernung der letzteren von einander, gleichmäfsig erheblich gröfser ist, als bei den kleinen Säugern.

Diese Knötchenfasern folgen in ihrem Verlaufe durchaus den Contouren der einzelnen Muskelelemente und treten zu einem aufserordentlich engen Netze zusammen, in dessen Maschen die ersteren liegen. Sehr vortrefflich übersieht man dieses Netz und seinen Zusammanhang mit unzweifelhaften Nervenfasern an dünnen, mit Kreosot aufgehellten Muskelzügen vom Darm; namentlich aber von der Harnblase des Frosches und des Kaninchens.

In der Gegend der stärksten Auftreibung der Muskelfasern zweigen sich aus dem beschriebenen Netz und zwar stets an Stellen, wo eins der erwähnten Knötchen liegt, noch feinere, äufserst zarte, immer ganz geradlinig verlaufende Fädchen ab, durchbohren in sagittaler Richtung die Substanz der Muskelfaser und dringen in den Kern ein.

Ich habe oben bereits das Wichtigste von dem angeführt, was Frankenhäuser und ihm ganz ähnlich Arnold über die Textur des Kernes beigebracht haben und hätte ich diesen Angaben meinerseits nichts Neues hinzuzufügen. Ich

finde vielmehr, dafs die in den Kern eindringenden Fädchen durchweg mit den von dem Ersteren als Kernkörperchen, von dem Letzteren allgemeiner als »Körner« des Kerns bezeichneten Gebilden in Verbindung treten. Hertz (a. a. O.) bestreitet nach meiner Ueberzeugung ganz mit Unrecht dieses Verhalten. Er will, wie bereits oben angeführt, nicht weniger als 3 verschiedene Formen der Endigung beobachtet haben, wobei seine Angaben jedoch mehrfach widersprechend sind. Aufser den Kernkörperchen Frankenhäusers soll der Kern constant noch eine unbestimmte Anzahl kleinerer Körner enthalten, welche ihrerseits erst mit den Nervenknötchen übereinstimmen. Aber auch mit ersteren sollen die Nervenfädchen nicht immer in Verbindung stehen. Nun sind zwar, wie bekannt, derartige Körnchen in gröfserer Anzahl, besonders nach Behandlung mit verschiedenen Reagentien, im Kern sichtbar. Dieselben sind aber aufserordentlich klein, von ganz unregelmäfsiger Form und tragen nicht das Aussehen präformirter, histologischer Formelemente; sie zeigen ferner, besonders auch in ihrem Verhalten gegen Goldchlorid, nicht die geringste Aehnlichkeit mit den Knötchen der Nervenfasern und treten niemals mit den in den Kern eindringenden Fäden in Verbindung. Ebensowenig habe ich die letzteren jemals frei endigen sehen.

Ich habe vielmehr über diese Verhältnisse Folgendes anzugeben.

Enthält der Kern nur eines der mehrerwähnten Körperchen, so steht dasselbe in den meisten Fällen mit 2 Fäden in Verbindung, welche von beiden Seiten her aus dem intramusculären Netz in den Kern eintreten. Diese Fäden bilden sehr häufig einen, oft sehr spitzen Winkel miteinander.

Sind 2 Körperchen vorhanden, so treten entweder von beiden Seiten je 2 Fäden in ähnlicher Weise heran; oder letzteres geschieht nur von einer Seite, während von der anderen blofs ein Fädchen kommt. In solchen Fällen stehen die Körperchen untereinander ebenfalls durch ein ähnliches Fädchen in Verbindung. In einzelnen Fällen sah ich dann auch die Körperchen nebeneinander liegender Kerne direct verbunden.

Endlich möchte ich noch auf die feinen Muskelzüge der Froschblase hindeuten, welche nur von einzelnen Zellen gebildet werden, die sich mit ihren spitzen Enden aneinanderlegen. An diesen habe ich wiederholt eine einfache Endigung des Fädchens in dem intranucleären Körperchen wahrgenommen.

Ich enthalte mich hier absichtlich jeder positiven Deutung des obigen Befundes. Es würde indessen die Frage zu discutiren sein, ob das den Kern durchsetzende Fädchen einfach als ein continuirliches Ganze zu betrachten sei, oder nicht, vielmehr als zwei gesonderte Endfädchen, welche in einem Puncte innerhalb des Kernes einmünden. Für die eine oder andere Deutung fehlt mir indessen, vor der Hand, jeder sichere Anhaltspunct.

Ueber die Nerven der Gefäfse finden sich in der Litteratur nur verhältnifsmäfsig spärliche Notizen. Aufser der kurzen Beschreibung des Nervenverlaufs an einem Mesenterialgefäfs des Frosches von His (Virchows Archiv. Bd. 30); der Arbeit von Lehmann: Ueber das Vorkommen von Ganglien in der Wand der Vena cava des Frosches (Zeitschrift für wissenschaftl. Zoologie. Bd. XIV) und ein-

zelnen zerstreuten Mittheilungen von Beale (Archiv of medic. 1862 und Quarterley journ. of microscop. science. 1864), finde ich nichts von selbständigen Arbeiten über diesen Gegenstand. Auch die neusten Handbücher bringen nicht viel mehr. Hier wird namentlich angeführt, dafs die Nerven oft nur als Begleiter der Gefäfse erscheinen; dafs sie an vielen aber in die Adventicia und Muscularis eindringen und sich hier wiederholt theilen, indem sie zu marklosen, kernhaltigen Fädchen werden. Beim Frosch bilden diese Fädchen an gewissen Stellen Netze, zeigen aber wahrscheinlich auch freie Enden.

Manche Arterien scheinen der Nerven ganz zu entbehren, wie die meisten der Gehirn- und Rückenmarksubstanz, der Chorioidea u. s. w. Von den Venen sind bisher nur an den gröfseren spärliche feine Nerven nachgewiesen (Kölliker, Handbuch d. Gewebelehre d. Mensch. 5. Aufl. S. 584).

Alle diese kurzen Bemerkungen geben, wie ich mich überzeugt habe, nur ein ganz unvollkommenes Bild von dem wirklichen Verhalten der Gefäfsnerven und hielt ich es daher für nicht unangemessen, meine vereinzelten Beobachtungen über diesen Gegenstand hier etwas eingehender mitzutheilen.

Fassen wir zuvörderst die Gefäfse des Frosches ins Auge und von diesem zunächst die im Mesenterium verlaufenden, so kann letzteres entweder ohne weiteres zur Untersuchung gezogen, oder, was sich für die kleineren Gefäfse mehr empfiehlt, vor oder nach der Vergoldung auf hinreichend grofse Strecken in seine beiden Blätter zerlegt werden. Die gröfseren Gefäfsstämmchen lassen sich mit der Nadel leicht aus ihren Lymphscheiden herauspräparieren

pariren, ohne dafs das Präparat bei einiger Vorsicht dadurch wesentlich litte. Ein solches Gefäfs schneidet man dann zweckmäfsig noch der Länge nach auf, indem man es auf einer Korkplatte oder dgl. platt ausbreitet und das Rasirmesser senkrecht darauf setzt. Durch leichtes Streichen mit der Nadel oder Schütteln mit etwas Wasser lassen sich die zusammenliegenden Gefäfshälften auseinanderfalten und man hat nun ein Präparat, welches, hinreichend dünn, einen vollständigen Ueberblick über die Nervenverzweigung bis in die feinsten Details gestattet. Namentlich kann ich die weiten Mesenterialvenen in dieser Beziehung empfehlen.

Die für das Mesenterium bestimmten Nerven treten bekanntlich aus den an der Wurzel desselben gelegenen sympathischen Geflechten in dasselbe ein. Es sind dies stets mehrere Stämmchen, welche neben marklosen auch eine grofse Anzahl markhaltiger Fasern in verschiedener Dicke enthalten. Diese Stämmchen zerfallen kurz nach ihrem Eintritt in das Mesenterium in eine gröfsere Anzahl von Zweigen, von denen ein Theil direct auf die grofsen Gefäfse übergeht, ein anderer dieselben in ihrem Verlaufe begleitet. Von diesen begleitenden Stämmchen treten nun von Stelle zu Stelle ebenfalls Zweige zu dem betreffenden Gefäfs, während andere in den freien Raum des Mesenteriums übertreten und sich dort verästeln.

Die für das Gefäfs bestimmten Zweige enthalten je mehrere (1—3) markhaltige und eine sehr wechselnde Anzahl blasser, theils breiterer, theils schmaler kernhaltiger Fasern. Die ersteren verlieren schon nach kurzem Verlauf in der Gefäfswand das Mark, indem sie in der bekannten Weise unter dem Auftreten von Kernen in breite, platte, fibrillär erscheinende Fasern übergehen, von denen

sich dann sehr bald feine kernhaltige Fäden nach beiden Seiten abzweigen.

Diese primären Stämmchen verlaufen in der oberflächlichsten Schicht der Adventicia, theilen sich hier in mehrere Zweige und geben hier und da auch einfache Fasern ab. Jene verbinden sich wieder untereinander und mit den Verzweigungen anderer primären Stämmchen, so entsteht ein relativ weitmaschiges Netzwerk rings um das Gefäfsrohr. In den Knotenpuncten dieses Netzes findet ein ungemein ausgiebiger Faseraustausch statt. Zuweilen legen sich zwei stärkere Zweige desselben auf eine kurze Strecke aneinander und hier bemerkt man dann eine vollständige Kreuzung eines Theils ihrer Fasern, ganz ähnlich der Anordnung des Chiasma nerv. opt., wie sie Arnold auch bei den primären Netzen der Irisnerven beschrieben und abgebildet hat (a. a. O. Taf. VII. Fig. 1. *a' b' c' d'*). Auch grofse, kernähnliche Bildungen finden sich an solchen Stellen zwischen den etwas auseinanderweichenden Fasermassen. Eine Verbindung von Nervenfasern mit denselben habe ich nirgends constatiren können, weifs auch sonst über ihre Bedeutung nichts anzugeben.

Von diesem Primärplexus treten nun feine Zweige, meist aber einzelne Fasern, in grofser Anzahl ab, dringen in die tieferen Schichten der Adventicia ein und bilden hier wiederum dichte und feine Netze mit sehr mannigfaltig gestalteten, meist polygonalen Maschen. In den Knotenpuncten dieser Netze, in denen meist 3—4 Fasern zusammenstofsen, finden sich fast constant Kernanschwellungen, welche ein glänzendes rundliches Körperchen enthalten.

Die Theilung und Netzbildung der immer feiner werdenden Fasern schreitet durch die ganze Dicke der Adven-

ticia fort. Dicht auf der Muscularis verlaufen sie fast durchweg parallel der Längsaxe der Muskelkerne; die Maschen sind hier sehr langgestreckt und so eng, dafs man an den meisten Stellen nur 2 — 3 Muskelkerne zwischen je 2 Fasern wahrnimmt. Letztere besitzen hier eine Dicke von etwa 0,0006 — 0,0008 Mm.

Von diesen treten endlich feinste, Knötchen führende Fäden zwischen die einzelnen Muskelelemente und bilden hier das intramusculäre Netz. Das Verhalten desselben und seine Beziehungen zu den Kernen bieten hier nichts Eigenthümliches dar, sind vielmehr den oben an anderen organischen Muskeln geschilderten ganz ähnlich.

Die eben beschriebene Anordnung der Nerven kommt namentlich den gröfseren Venen des Mesenteriums zu. Diese, zumal in oben bezeichneter Weise aufgeschnitten und mit Kreosot behandelt, zeigen im Verhältnifs zu der bekanntlich sehr dünnen Muscularis einen ganz aufserordentlichen Nervenreichthum. Man wird beim Anblick desselben zu der Vermuthung gedrängt, dafs alle diese Nerven nicht ausschliefslich für die spärlichen Muskeln bestimmt sind. Etwas Bestimmtes kann ich jedoch in dieser Beziehung für jetzt darüber nicht aussagen.

Die Arterien erhalten im Allgemeinen etwas stärkere Stämmchen; bei ihnen ist die Netzbildung jedoch nicht ganz so reichlich, als bei den Venen. Namentlich scheint ihnen das dicht auf der Muscularis liegende, sehr enge und langmaschige Netz zu fehlen. Die gröfsere Dicke der Muscularis und die an sonst guten Präparaten immer sehr dunkeln Kittleisten zwischen den einzelnen Muskelfasern gestatten hier indefs einen weniger vollständigen Ueberblick über die gesammte Nervenverzweigung.

Bei den kleineren Arterien und Venen sind die Verhältnisse denen der grofsen Stämme ganz ähnlich. Namentlich ist die primäre Netzbildung mit reichlicher Faserkreuzung bei den Arterien ganz constant, während die secundären Verzweigungen immer weniger ausgiebig werden, so dafs der Zerfall in die feinsten Fäden ziemlich schnell eintritt.

Die kleinsten Gefäfse besitzen ebenfalls noch ein deutliches, ziemlich weitmaschiges Netz von blassen, kernhaltigen Fasern. Zuweilen bilden dieselben langgezogene Spiralen, welche hier und da brückenartig durch Querfasern verbunden sind. Sehr feine Abzweigungen treten direct zwischen die spärlichen Muskelfasern und zeigen sich hier als feine, überall zusammenhängende Linien, aus denen die Endfädchen in die Muskelkerne treten. Dieses Verhalten habe ich mit Sicherheit bis gegen die Capillargrenze auch an den sogenannten Uebergangsgefäfsen von 0,012—0,016 Mm. Breite constatirt.

Die hier, neben den Capillarkernen, auftretenden meist langovalen, zuweilen selbst stäbchenförmigen Kerne sind bisher, namentlich von Kölliker, für Bindegewebskörperchen der beginnenden Adventicia erklärt worden. Auch sie enthalten 1—2 glänzende Körner, welche in oben beschriebener Weise mit feinsten Nervenfädchen in Verbindung stehen. Mit Rücksicht auf dieses Verhalten glaube ich sie daher ebenfalls als Kerne glatter Muskelfasern ansprechen zu dürfen.

Die Capillaren des Mesenteriums endlich werden constant von 1—2 blassen kernhaltigen Fasern begleitet. Diese sind theils Fortsetzungen der Nerven des Stammgefäfses, oder treten aus dem Netz der Serosa hinzu und stehen stets mit dem letzteren in Verbindung. Sie liegen

der Gefäſswandung nur selten ganz eng an, entfernen sich aber in der Regel auch nur sehr wenig von ihr. Ihr Verlauf ist fast durchweg leicht gewunden, indem sie bald auf diese, bald auf jene Seite des Gefäſses treten. Sind 2 Fasern vorhanden, so sind dieselben hier und da durch feine schräg über das Gefäſs laufende Fädchen verbunden. Begleitet, wie nicht selten, nur eine Faser, so umspinnt diese das Capillarrohr sehr häufig in Form einer mehr oder weniger langgezogenen Spirale. Auch hier sah ich in einzelnen Fällen noch feine Abzweigungen auf die Gefäſswand selbst übergehen, wo sie sich indessen bald der Verfolgung entzogen. Insbesondere habe ich nähere Beziehungen derselben zu den zelligen Elementen der Capillarwand bis jetzt nicht wahrnehmen können.

Eine sehr bemerkenswerthe Abweichung von dem eben geschilderten Verhalten bieten die Nerven der V. cava des Frosches dar. Hier sind bereits von Beale und Lehmann (a. a. O.) Ganglien beschrieben worden und kann ich die Angaben, namentlich des Letzteren, im Allgemeinen bestätigen. Die Anzahl dieser Ganglien ist nicht bedeutend und bei verschiedenen Individuen sehr ungleich. Ich zählte in einem Präparat, welches den gröſsten Theil des genannten Gefäſses umfaſst, höchstens deren zehn. Ebenso ist ihre Gröſse verschieden, sie enthalten etwa 3—15 Zellen. Was ihre Anordnung betrifft, so sind einzelne in den Verlauf der in besonderen Lymphscheiden an die Gefäſswand herantretenden Nervenstämmchen eingeschaltet. Die meisten aber liegen in den Knotenpuncten des Primärplexus, welcher dadurch groſse Aehnlichkeit mit dem sogen. Meiſsner'schen Plexus der Sebmucosa des Darms der Säuger erhält. Die weiteren Verzweigungen zeigen nichts Eigenthümliches.

Auch die Nerven der grofsen Bauchvene zeigen einige Verschiedenheit von denen der Mesenterialgefäfse. Hier ist namentlich das primäre Netz verhältnifsmäfsig erheblich feiner; in den Knotenpuncten desselben finden sich constant gröfsere zellige Gebilde, meist einzeln, hier und da jedoch 2—4 zu einer Gruppe vereinigt, welche die gröfste Aehnlichkeit mit kleinen Ganglien haben. Es ist mir jedoch bis jetzt nicht mit Sicherheit gelungen, den Zusammenhang der einzelnen Zellen mit unzweifelhaften Nervenfasern darzuthun.

Beale will auch an der V. advehens des Frosches und an vielen nicht näher bezeichneten Arterien Ganglien wahrgenommen haben. Bei ersterer kam ich wegen der überaus reichlichen Pigmentirung der Adventicia zu keinem sicheren Resultat; an den Arterien der Baucheingeweide, welche ich allein beim Frosch untersuchte, habe ich nirgends Ganglien finden können.

Die Gefäfsnerven der Säuger sind, soweit meine Erfahrungen reichen, weniger leicht und besonders weniger leicht vollständig darzustellen, als die des Frosches. Zum Theil mag dies wohl in der gröfseren Zartheit derselben seinen Grund haben, was namentlich von den Venen gilt. Das Goldchlorid, in Verbindung mit der Anwendung des Kreosot, leistet indessen auch hier vortreffliche Dienste.

Vom Meerschweinchen und zum Theil auch vom Kaninchen untersuchte ich die Gefäfse des Mesenteriums, einzelner Gebiete des Darms, der Harnblase, der Pia mater cerebri. In allen diesen Theilen zeigen die Arterien von mittlerem und kleinerem Umfang einen bedeutenden Reichthum an Nerven, deren Anordnung und Verästelung mit der bei den Arterien des Frosches beschriebenen im Allgemeinen übereinstimmt.

Zu den Venen von dem angegebenen Kaliber treten überall nur ziemlich spärliche, feine Stämmchen, deren Verzweigungen sich zu einem sehr zarten, relativ weitmaschigen Netzwerk vereinigen. Dieses reicht nicht entfernt an die Dichtheit und den Nervenreichthum heran, den die Venen des Frosches constant darbieten.

Vom Menschen untersuchte ich bisher nur die Arterien der Pia mater und der Gehirnsubstanz und fand überall Nerven in grofser Zahl. Bei den letzteren aber zeigt ihre Anordnung Eigenthümlichkeiten, mit deren Studium ich noch beschäftigt bin und deren speciellere Darstellung ich mir vorbehalten mufs.

Schliefslich möchte ich noch einiger vereinzelten Beobachtungen Erwähnung thun, welche ich an den Lymphgefäfsen des Mesenteriums, sowohl beim Frosch (bei diesem nur an den gröfseren Stämmen) als beim Meerschweinchen machte. Auch zu ihnen treten nämlich hier und da feine Nervenstämmchen und einzelne blasse Fasern, welche sich unter wiederholten Theilungen verfeinern und zu einem sehr feinen und ziemlich engen Netz zusammentreten, das sich von dem die Venen umspinnenden nicht erkennbar unterscheidet, vielleicht nur noch etwas engmaschiger, als bei diesen ist.

Herrn Professor Virchow, welcher mir freundlichst gestattete vorstehende Untersuchungen auf dem hiesigen pathol. Institut auszuführen, erlaube ich mir an dieser Stelle hierfür meinen Dank auszusprechen.

THESEN.

1. Die Ganglienzelle unterliegt ähnlichen Gesetzen der Reizbarkeit, wie der Nerv.
2. Bei den sogenannten septicämischen Zuständen ist die Darreichung des Chinins in grofsen Gaben vom rationellen Standpuncte aus gerechtfertigt.
3. Die spontane Gangrän contraindicirt die Amputation.

Der Verfasser genofs den ersten Unterricht in seiner Vaterstadt und besuchte darauf 3 Jahre lang die Realschule in Grünberg in Schlesien, deren Prima er erreichte. Zuvörderst dem kaufmännischen Berufe zugewendet, verliefs er denselben nach einiger Zeit, um sich dem Studium zu widmen. Seine Maturitätsprüfung, zu welcher er sich privatim vorbereitet, bestand er Ostern 1865 auf dem Gymnasium zu Potsdam. Sodann wurde er in der medicin. Facultät hiesiger Universität immatriculirt und verweilte hierselbst während der ganzen Zeit seines Studiums. Das Tentamen physicum bestand derselbe am 20. März 1867. Während dieser vier Jahre besuchte er die Vorlesungen, bezhw. Kliniken folgender Herren: Bardeleben, du Bois-Reymond, Dilthey, Ebert, Frerichs, Hofmann, Herrmann, Jüngken, v. Langenbeck, Lewin, Lieberkühn, Magnus, Martin, Meyer, Mitscherlich, Reichert, Rosenthal, Traube, Virchow.